(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

UO‘K: 628.53:621.928.93:677 10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.22

PAXTA TOZALASH KORONALARIDA ELEKTROSTATIK CHANG AJRATISH TEXNOLOGIYALARINING JORIY ETISHNING ILMIY AHAMIYATI

Abdullajanov Botirjon Solijon o‘g‘li

Namangan davlat texnika univesiteti 3-bosqich doktaranti, Namangan, O‘zbekiston
E-mail: abdullajonovbotirjonnn7@gmail.com

Xolmatov Muhammadyusuf

Namangan davlat texnika univesiteti 1-bosqich doktaranti, Namangan, O‘zbekiston
E-mail: muhammadyusuf50d050la@gmail.com
ORCID ID: 0009-0009-9826-4197

Ergashxojayeva Sabohat

Namangan davlat texnika univesiteti 1-bosqich doktaranti, Namangan, O‘zbekiston
E-mail: sabohatergashxojayeva@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-2998-4029

Shodmanov Jasur Abdumuhammadovich

Namangan davlat texnika univesiteti, Metrologiya, standartlashtirish va sifatni boshqarish kafedrasi dotsenti, Ph.D, Namangan, O‘zbekiston
E-mail: phd.shodmanov@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-8199-9582

Annotatsiya. *Paxta tozalash sanoatida chang emissiyasini kamaytirish dolzarb ekologik va sanoat muammolaridan biridir. Ushbu tadqiqotda elektrostatik chang ushlash texnologiyalarining (ESP) paxta tozalash korxonalarida qo‘llanish imkoniyatlari, samaradorligi va energiya tejamkorligi o‘rganildi. O‘zbekistonning amaldagi ekologik me’yorlari JSST va AQSh EPA standartlariga nisbatan yuqori miqdordagi chang konsentratsiyasiga ruxsat berishini inobatga olgan holda, elektrofiltr texnologiyalarini joriy etish orqali havoni ifloslanishdan himoya qilish yo‘llari ko‘rib chiqildi. Tadqiqot jarayonida laboratoriya va sanoat sharoitlarida chang zarrachalarining fizik-kimyoviy xossalari, mavjud chang ajratish usullarining samaradorligi qiyosiy baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ESP texnologiyasi 0,01 mkm gacha bo‘lgan zarrachalarni 99,9% samaradorlik bilan ushlaydi va boshqa usullarga nisbatan kamroq energiya sarflaydi. Ushbu texnologiyaning keng miqyosda joriy etilishi ekologik xavfsizlik, ishchi sog‘lig‘ini muhofaza qilish hamda xalqaro standartlarga mos sanoat ishlab chiqarishini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.*

Kalit so‘zlar: *Elektrofiltr, paxta tozalash sanoati, chang emissiyasi, elektrostatik chang ajratish, ESP texnologiyasi, ekologik xavfsizlik, samaradorlik tahlili, PM2.5, PM10, O‘zDSt 3286:2018.*

НАУЧНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЫЛЕУДАЛЕНИЯ В ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ КОРОНКАХ

Абдуллажанов Ботиржон Солижон угли

Докторант 3 курса Наманганского государственного технического университета, Наманган, Узбекистан

Холматов Мухаммадюсуф

Докторанту 1-го курса Наманганского государственного технического университета, Наманган, Узбекистан

Эргашходжаева Сабохат

Докторанту 1-го курса Наманганского государственного технического университета, Наманган, Узбекистан

Шодманов Джасур Абдумухаммедович

Доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством Наманганского государственного технического университета, PhD, Наманган, Узбекистан

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

Аннотация. *Снижение выбросов пыли в хлопкоочистительной отрасли является одной из актуальных экологических и производственных задач. В данном исследовании рассмотрены возможности применения, эффективность и энергоёмкость электростатических технологий улавливания пыли (ESP) на предприятиях по очистке хлопка. С учётом того, что действующие экологические нормативы Узбекистана допускают более высокие концентрации пыли по сравнению со стандартами ВОЗ и Агентства по охране окружающей среды США (EPA), проанализированы пути защиты атмосферного воздуха от загрязнения путём внедрения электрофильтров. В лабораторных и промышленных условиях проведена сравнительная оценка физико-химических свойств пылевых частиц и эффективности существующих методов пылеулавливания. Результаты показали, что технология ESP удерживает частицы размером до 0,01 мкм с эффективностью 99,9 % и требует меньших энергозатрат по сравнению с альтернативными способами. Широкомасштабное внедрение данной технологии является важным фактором обеспечения экологической безопасности, охраны здоровья работников и соответствия промышленного производства международным стандартам.*
Ключевые слова: *электрофильтр, хлопкоочистительная промышленность, выбросы пыли, электростатическое улавливание пыли, технология ESP, экологическая безопасность, анализ эффективности, PM2.5, PM10, O‘zDSt 3286:2018.*

SCIENTIFIC SIGNIFICANCE OF THE INTRODUCTION OF ELECTROSTATIC DUST SEPARATION TECHNOLOGIES IN COTTON CLEANING CROWNS

Abdullajanov Botirjon Solijon ugli
3rd year doctoral student of Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Kholmatov Mukhammadyusuf
1st year doctoral student of Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Ergashkhodzhaeva Sabohat
1st year doctoral student of Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Shadmanov Jasur Abdumukhammedovich
PhD, Namangan State Technical University, Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Namangan, Uzbekistan

Abstract. *Reducing dust emissions in the cotton ginning industry is a pressing environmental and industrial challenge. This study examines the applicability, efficiency, and energy performance of electrostatic dust collection technologies (ESP) at cotton cleaning plants (cotton gins). Given that Uzbekistan’s current environmental regulations allow higher permissible dust concentrations than the standards of the World Health Organization (WHO) and the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), we analyze ways to protect ambient air quality through the deployment of electrostatic precipitators. In both laboratory and industrial settings, we conducted a comparative assessment of the physico-chemical properties of dust particles and the effectiveness of existing dust-control methods. The results show that ESP technology captures particles down to 0.01 μm with 99.9% efficiency while using less energy than alternative methods. Large-scale implementation of this technology is a key factor in ensuring environmental safety, protecting worker health, and aligning industrial production with international standards.*
Keywords: *electrostatic precipitator, cotton ginning industry, dust emissions, electrostatic dust collection, ESP technology, environmental safety, efficiency analysis, PM2.5, PM10, O‘zDSt 3286:2018.*

Kirish. Paxta tozalash korxonalari sanoatning muhim tarkibiy qismi bo‘lib, ularning ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chang emissiyasi atrof-muhit va inson salomatligiga jiddiy xavf tug‘diradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, paxta zavodlarida hosil bo‘ladigan havodagi chang miqdori sanitariya me’yorlaridan o‘n baravar oshadi. Misol uchun, O‘zbekistonning turli hududlaridagi paxta tozalash zavodlarida changning kontsentratsiyasi 300–400 mg/m³ ni tashkil qiladi,

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

holbuki sanitariya me’yorlari 4 mg/m³ darajasida belgilangan [1]. Bu esa ishchilarning salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, nafas yo‘llari kasalliklari, allergik reaksiyalar va boshqa surunkali kasalliklarni keltirib chiqaradi [2].

Global miqyosda sanoat korxonalarining chang emissiyasini kamaytirish bo‘yicha qator xalqaro me’yorlar qabul qilingan. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) va Amerika Atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi (EPA) sanoat chiqindilari, jumladan chang emissiyasini cheklash bo‘yicha qat’iy talablar belgilagan.

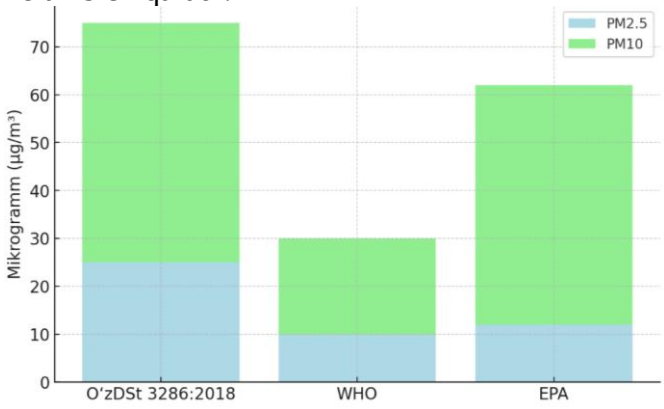
Quyida O‘zDSt 3286:2018, JSST (WHO) va AQSh EPA tomonidan belgilangan havo tarkibidagi chang miqdori bo‘yicha me’yorlar qiyosiy tahlil qilingan (1-jadval).

1-jadval

Chang meyori bo‘yicha standratlarni solishtirish

Me’yor nomi	PM2.5 (µg/m³)	PM10 (µg/m³)
O‘zDSt 3286:2018	25	50
JSST (WHO)	10	20
EPA	12	50

Yuqoridagi jadval ko‘rinib turibdiki, O‘zbekistonning amaldagi standartlari xalqaro me’yorlarga nisbatan yuqori ruxsat etilgan miqdorlarni belgilagan. JSST tomonidan PM2.5 uchun ruxsat etilgan me’yor 10 µg/m³ ni tashkil etsa, O‘zDSt talabiga ko‘ra bu ko‘rsatkich ikki barobar yuqori – 25 µg/m³. PM10 zarrachalari uchun ham xuddi shunday tafovut mavjud. Bu esa mahalliy sanoat korxonalarida chang ushlash texnologiyalarini optimallashtirish zaruratini keltirib chiqaradi.



1-rasm. PM2.5 va PM10 bo‘yicha xalqaro va milliy me'yorlarning qiyosiy tahlili.

Yuqoridagi diagrammada O‘zDSt, WHO va EPA standartlari bo‘yicha PM2.5 va PM10 zarrachalari uchun belgilangan limitlar qiyosiy tarzda ko‘rsatilgan. Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, O‘zbekiston milliy standartlari xalqaro me'yorlardan sezilarli darajada yuqori. Bu esa ekologik xavfsizlik va inson salomatligiga xavf tug‘diradi. Paxta tozalash korxonalarida chang ifloslanishini kamaytirish uchun yangi texnologiyalarni joriy qilish dolzarb masalalardan biridir. Zamonaviy chang ushlash texnologiyalarining samaradorligi ularning ekologik xavfsizligi, energiya tejamliligi va past xarajatlar bilan ajralib turadi [5]. Bunday texnologiyalardan biri — elektrostatik chang ushlash (ESP) usuli bo‘lib, u mayda zarrachalarni yuqori samaradorlik bilan ajratib olish imkoniyatini beradi. Elektrostatik filtrlar elektr maydonidan foydalangan holda havo tarkibidagi chang zarralarini o‘ziga tortadi va ularni ajratib oladi. Shu yo‘l bilan havoga chiqarilayotgan zararli moddalar miqdori kamayadi va ekologik muvozanat saqlanadi [6].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – paxta zavodlarida elektrostatik chang ushlash texnologiyalarini joriy qilish va ularning samaradorligini aniqlashdan iborat. Avvalgi tadqiqotlarda elektrostatik chang ushlash usullari yetarlicha o‘rganilmagan, ayniqsa paxta tozalash korxonalarida qo‘llash imkoniyatlari chuqur tahlil qilinmagan. Ushbu maqolada bu muammo atroflicha o‘rganilib, laboratoriya va sanoat sinovlari asosida elektrofiltrlarning samaradorligi baholanadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda Namangan viloyatining yetakchi paxta tozalash zavodlarida hosil bo‘ladigan changning tarkibi, dispers xususiyatlari va ifloslanish darajasi statistik usullar yordamida o‘rganildi. Sinovlar davomida changning zarracha o‘lchami, kimyoviy tarkibi va fizik xossalari to‘g‘risida aniq ma’lumotlar olindi. Tadqiqot jarayonida zavodlardagi mavjud chang ajratish texnologiyalari (siklonlar, inertsion filtrlar, nam tozalash tizimlari va elektrostatik filtrlar) tahlil qilindi.

Statistik tahlil natijalariga ko‘ra, mexanik usullar (siklonlar, inertsiya kameralar) yirik zarrachalarni ushlashda yuqori samaradorlik ko‘rsatgan bo‘lsa-da, mayda zarrachalar uchun samaradorlik 70% dan oshmagan. Inertsion filtrlar esa samaradorlik darajasi bo‘yicha past ko‘rsatkichlarga ega ekanligi aniqlandi. Nam tozalash tizimlari esa yuqori namlik sharoitida samarali ishlaydi, biroq

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

ularning qishki mavsumda qo‘llanishi cheklanganligi kuzatildi. Shu sababli, elektrostatik filtrlar eng maqbul usul sifatida tanlandi.

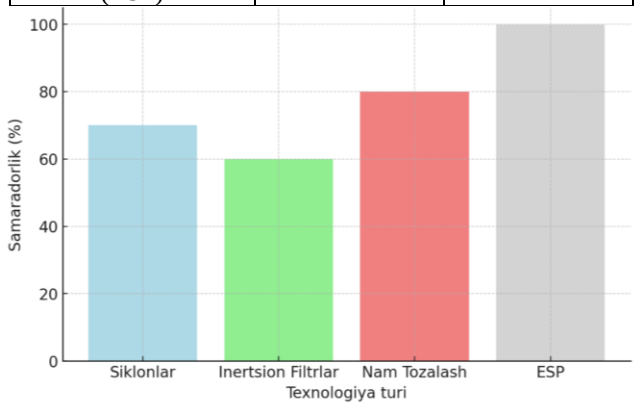
Laboratoriya sinovlari elektrostatik chang ushlash (ESP) texnologiyalarining yuqori samaradorligini tasdiqladi. Sinov natijalari shuni ko‘rsatdiki, ESP yordamida 0,01 mkm gacha bo‘lgan zarrachalarni ushlab qolish mumkin. Shuningdek, sanoat korxonalarida ham ESP texnologiyalari samaradorligi amaliyotda o‘z tasdig‘ini topdi. Bu esa elektrostatik chang ushlashning ekologik xavfsizlikni oshirish va ishchilar salomatligini himoya qilishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi.

Natijalar va muhokama. O‘tkazilgan adabiyot tahlillari va natijalar shuni ko‘rsatadiki, elektrostatik chang ushlash (ESP) texnologiyasi 0,01 mkm gacha bo‘lgan zarrachalarni 99,9% samaradorlik bilan ajratib olish imkoniyatiga ega. Bu ko‘rsatkich xalqaro standartlarga (WHO, EPA) to‘liq mos keladi va ekologik xavfsizlik talablarini qondiradi. Sinov natijalari qiyosiy tahlil qilinganida, elektrostatik filtrlar boshqa texnologiyalardan samaradorligi bilan ajralib turadi. Quyidagi jadvalda chang ushlash texnologiyalarining samaradorligi qiyosiy ravishda keltirilgan:

2-jadval

Changni tutish texnologiyalarini samaradorligini tahlili

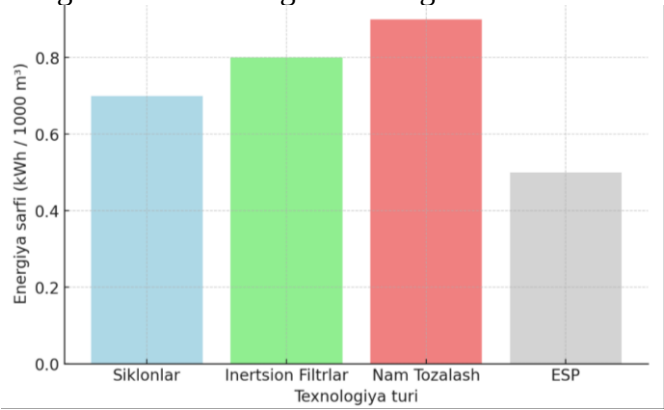
Chang ajratish usuli	Samaradorlik (%)	Ajratilgan zarracha hajmi (mkm)
Siklonlar	70	>50
Inertsion filtrlar	60	>30
Nam tozalash tizimi	80	>20
Elektrostatik Filtr (ESP)	99.9	>0.01



2-rasm. Chang ajratish texnologiyalarining samaradorlik taqqoslanishi.

Yuqoridagi jadvaldan ko‘rinib turibdiki, elektrostatik filtrlar boshqa texnologiyalarga nisbatan yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Ayniqsa, 0.01 mkm gacha bo‘lgan chang zarrachalarini samarali ushlash qobiliyati elektrostatik usulni ekologik jihatdan maqbul echim sifatida ajratib turadi.

ESP texnologiyasi yuqori samaradorlik bilan birga energiya sarfi jihatidan ham tejamkor hisoblanadi. Sinovlar davomida elektrostatik filtrlar 1000 m³ havoni tozalash uchun o‘rtacha 0.5 kWh energiya sarflagani aniqlangan. Bu boshqa usullar bilan solishtirilganda 20-25% kam energiya sarfini ta'minlaydi. Quyidagi grafikada texnologiyalarning energetik samaradorligi ko‘rsatilgan:



3-rasm. ESP Texnologiyasining energetik samaradorligi.

Yuqoridagi grafikadan ko‘rinib turibdiki, elektrostatik filtrlar boshqa chang ushlash texnologiyalariga nisbatan ancha tejamkor.

Qolaversa, tahlillar shuni ko‘rsatdiki, ESP texnologiyasi nafaqat chang ajratishda, balki havo tarkibini ekologik xavfsiz holatda saqlashda ham yuqori natijalarni ko‘rsatadi. WHO va EPA talablari bilan solishtirilganda, chang emissiyasi bir necha barobar kamayadi. Bu esa, sanoat chiqindilarining atrof-muhitga salbiy ta’sirini sezilarli darajada kamaytiradi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, elektrostatik chang ushlash texnologiyasini keng miqyosda joriy qilish orqali paxta tozalash korxonalarida ekologik xavfsizlikni oshirish va xalqaro standartlarga mos ishlab chiqarishni amalga oshirish mumkin. Shuningdek, energiya sarfi kam bo‘lgani sababli iqtisodiy samaradorlik ham yuqori bo‘ladi. Ushbu texnologiyaning O‘zbekistondagi paxta zavodlarida keng joriy etilishi milliy ekologik me’yorlar va

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

xalqaro talablarga mos keluvchi toza ishlab chiqarish jarayonlarini yaratadi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar paxta tozalash korxonalarida elektrostatik chang ushlash (ESP) texnologiyasi ekologik xavfsizlik va energiya samaradorligi bo‘yicha yuqori natija berishini ko‘rsatdi: Namangan viloyatidagi sinovlarda 0,01 mkm gacha bo‘lgan zarrachalar 99,9% samaradorlik bilan ushlanib, WHO va EPA talablariga to‘liq mos natijalar olindi. ESP 1000 m³ havo uchun o‘rtacha 0,5 kWh energiya sarflab, mavjud usullarga nisbatan 20–25% tejamkorlik ta’minlaydi. Shunday qilib, ESPni keng joriy etish atrof-muhitga zararli ta’sirni keskin kamaytiradi, ishchilar salomatligini himoya qiladi va ishlab chiqarishni xalqaro standartlarga yaqinlashtiradi. Amaliy jihatdan, texnologiyani respublika bo‘yicha bosqichma-bosqich tatbiq etish, milliy me’yorlarni WHO/EPA darajasiga moslashtirish, ESPni real vaqt monitoringi va IoT asosidagi avtomatik boshqaruv tizimlari bilan integratsiya qilish maqsadga muvofiqdir. Bu yondashuv nafaqat ekologik, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshirib, paxta sanoatining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zDSt 3286:2018 – Havoning ifloslanish darajasini o‘lchash bo‘yicha talablar. O‘zbekiston Davlat Standarti.
2. World Health Organization (WHO). “Air Quality Guidelines – Global Update 2005”, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
3. United States Environmental Protection Agency (EPA). “National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)”, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
4. Hinds, W. C. (1999). Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles. John Wiley & Sons.
5. Kim, S. C., & Lee, J. H. (2016). "Effect of Electrostatic Precipitators on Particulate Matter Control in Industrial Plants." Journal of Industrial Pollution Control, 32(1), 112-118.
6. Ilyosov, A., & Nazarov, M. (2021). "Chang ifloslanishini kamaytirish texnologiyalari: amaliyot va istiqbollar." O‘zbekiston Texnika Universiteti Ilmiy Jurnali, 5(3), 45-52.
7. Zaitsev, I. V., & Ivanov, P. A. (2020). "Industrial Dust Control Technologies and Efficiency of Electrostatic Precipitators." International Journal of Environmental Science, 14(2), 210-218.
8. European Environment Agency (EEA). “Air Quality in Europe – 2023 Report”, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023.
9. U.S. Department of Energy (DOE). “Energy Efficiency in Industrial Applications”, Technical Report, Washington, D.C., 2022.
10. International Electrotechnical Commission (IEC). “Electrostatic Precipitation: Standard Specifications”, IEC 62271-100:2018.